

# Solos nos Biomas Brasileiros

## 2

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

A close-up photograph of a hand holding a single seed over a mound of dark soil. Several other seeds are scattered on the soil surface, and small green seedlings with purple stems are visible in the background. The image is set against a blurred green background.

**Atena**  
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

## Solos nos Biomas Brasileiros 2

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S689 Solos nos biomas brasileiros 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-009-4

DOI 10.22533/at.ed.094181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos.  
4. Reaproveitamento. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge  
González. III. Série.

CDD 631.44

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume II, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DO SOLO EM FUNÇÃO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO	
<i>Fernanda Paula Sousa Fernandes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Debora Oliveira Gomes</i>	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Michel Keisuke Sato</i>	
<i>Augusto José Silva Pedroso</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Herdjania Veras de Lima</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS RAÍZES DO MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO MINERAL EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Helton de Souza Silva</i>	
<i>Mary Anne Barbosa de Carvalho</i>	
<i>Adailson Pereira de Souza</i>	
<i>Ewerton da Silva Barbosa</i>	
<i>João Marques Pereira Neto</i>	
<i>Caique Palacio Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
DOSES E SISTEMA DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO CULTIVADO COM CAFÉ.	
<i>Danilo Marcelo Aires dos Santos</i>	
<i>Enes Furlani Junior</i>	
<i>Michele Ribeiro Ramos</i>	
<i>Alexandre Marques da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0941814124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
EFEITO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM SOLOS DE TEXTURAS DISTINTAS	
<i>Aline Noronha Costa</i>	
<i>Cleidiane Alves Rodrigues</i>	
<i>Débora Oliveira Gomes</i>	
<i>Layse Barreto de Almeida</i>	
<i>Daynara Costa Vieira</i>	

*Michel Keisuke Sato*  
*Fernanda Paula Sousa Fernandes*  
*Augusto José Silva Pedroso*  
*Herdjania Veras de Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814125**

**CAPÍTULO 6 ..... 43**

EFEITO RESIDUAL DE PASTAGENS NO FATOR COBERTURA E MANEJO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO

*Marcelo Raul Schmidt*  
*Elemar Antonino Cassol*  
*Tiago Stumpf da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814126**

**CAPÍTULO 7 ..... 57**

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BORO EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM VÁRZEAS

*Rodrigo Ribeiro Fidelis*  
*Karen Cristina Leite Silva*  
*Ricardo de Oliveira Rocha*  
*Patrícia Sumara Moreira Fernandes*  
*Lucas Xaubet Burin*  
*Lucas Silva Tosta*  
*Natan Angelo Seraglio*  
*Geovane Macedo Soares*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814127**

**CAPÍTULO 8 ..... 66**

EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE ANAPURUS-MA ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

*Késia Rodrigues Silva Vieira*  
*Yasmin Sampaio Muniz*  
*Erik George Santos Vieira*  
*Marlen Barros e Silva*  
*João Firminiano da Conceição Filho*  
*Deysiele Viana de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814128**

**CAPÍTULO 9 ..... 81**

FERTILIDADE DE SOLOS COM A PRESENÇA DA ESPÉCIE *Bambusa vulgaris*: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NA REABILITAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

*Maria Elisa Ferreira de Queiroz*  
*Aleksandra Gomes Jácome*  
*Jéssica Lanne Oliveira Coelho*  
*Jheny Borges da Conceição*

**DOI 10.22533/at.ed.0941814129**

**CAPÍTULO 10 ..... 86**

FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DOS SOLOS DE UMA FAZENDA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PALMAS/TO

*Michele Ribeiro Ramos*  
*Lucas Felipe Araújo Lima*  
*João Vitor de Medeiros Guizzo*  
*Danilo Marcelo Aires dos Santos*  
*Alexandre Uhlmann*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141210**

**CAPÍTULO 11 ..... 101**

GEOESTATÍSTICA APLICADA AO MAPEAMENTO DA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO E UMIDADE GRAVIMÉTRICA EM PASTAGEM COM *Cynodon spp.*

*Crissogno Mesquita dos Santos*  
*Francisca Laila Santos Teixeira*  
*Tiago de Souza Santiago*  
*Daniel Vitor Mesquita da Costa*  
*Kessy Jhonnes Soares da Silva*  
*Nayra Beatriz de Souza Rodrigues*  
*André Luís Macedo Vieira*  
*Ângelo Augusto Ebling*  
*Daiane de Cinque Mariano*  
*Ricardo Shigueru Okumura*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141211**

**CAPÍTULO 12 ..... 115**

INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO SOB DIFERENTES USOS DOS SOLOS.

*Daniel Alves de Souza Panta*  
*Michele Ribeiro Ramos*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141212**

**CAPÍTULO 13 ..... 125**

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE TERMOFOSFATOS EM SOLOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES INICIAIS DE FÓSFORO

*Juliana de Lima Moretto*  
*Leonardo Theodoro Büll*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141213**

**CAPÍTULO 14 ..... 130**

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE UM CAMBISSOLO AMARELO SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DO FEIJÃO CAUPÍ (*VIGNA UNGUICULATA*) E DO ARROZ (*ORYZA SATIVA*)

*Elidineia Lima de Oliveira Mata*  
*Wagner Augusto da Silva Mata*  
*Vitor Barbosa da Costa*  
*Joyce da Costa Dias*  
*Elessandra Laura Nogueira lopes*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141214**

**CAPÍTULO 15 ..... 132**

INFLUÊNCIA DAS QUEIMADAS SOB OS TEORES DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁREAS DE CAATINGA NO SUL PIAUIENSE

*Veronica de Oliveira Costa*  
*Manoel Ribeiro Holanda Neto*  
*Mauricio de Souza Júnior*

*Mireia Ferreira Alves*  
*Marco Aurélio Barbosa Alves*  
*Wesley dos Santos Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141215**

**CAPÍTULO 16 ..... 137**

LEAF INDEX FOR FOLIAR DIAGNOSIS AND CRITICAL LEVELS OF NUTRIENTS FOR *Physalis peruviana*

*Enilson de Barros Silva*  
*Maria do Céu Monteiro da Cruz*  
*Ari Medeiros Braga Neto*  
*Emerson Dias Gonçalves*  
*Luiz Fernando de Oliveira da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.09418141216**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

MESOFAUNA EDÁFICA E QUALIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO CULTIVADO COM GRAMÍNEAS PERENES

*Lizete Stumpf*  
*Eloy Antonio Pauletto*  
*Luiz Fernando Spinelli Pinto*  
*Luciano Oliveira Geissler*  
*Lucas da Silva Barbosa*  
*Mateus Fonseca Rodrigues*

**DOI 10.22533/at.ed.094181412**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 163**



## MESOFAUNA EDÁFICA E QUALIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO CULTIVADO COM GRAMÍNEAS PERENES

### Lizete Stumpf

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Pelotas – Rio Grande do Sul

### Eloy Antonio Pauletto

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas – Rio Grande do Sul

### Luiz Fernando Spinelli Pinto

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas – Rio Grande do Sul

### Luciano Oliveira Geissler

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas – Rio Grande do Sul

### Lucas da Silva Barbosa

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas – Rio Grande do Sul

### Mateus Fonseca Rodrigues

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a população de ácaros e de colêmbolos e a qualidade de um solo minerado e revegetado com diferentes espécies de gramíneas perenes. Os tratamentos avaliados foram: a *Urochloa brizantha*, a *Hemarthria altissima*, o *Paspalum*

*notatum*, o *Cynodon dactylon* e a Vegetação espontânea. Para efeitos comparativos foi utilizado o solo natural como tratamento referência. Em 2014, foram coletadas 48 amostras de solo na camada de 0,00-0,10 m para a determinação da população de ácaros e colêmbolos, dos atributos físicos e químicos do solo construído. A *Hemarthria altissima* foi a espécie vegetal que mais se destacou entre as gramíneas perenes, até o presente momento, proporcionando uma densidade média de ácaros e colêmbolos muito próximos aos do solo natural. A densidade do solo mostrou-se a variável mais sensível as alterações promovidas pelas espécies vegetais, decorridos 11 anos de revegetação. A condição química do solo construído mostrou uma relação positiva com o desenvolvimento das plantas e com presença de ácaros e colêmbolos.

**PALAVRAS CHAVE:** ácaros, colembolos, agregação, pH, carbono orgânico.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate a population of mites and springtails and minesoil's quality revegetated with different species of perennial grasses. The treatments evaluated were: *Urochloa brizantha*, *Hemarthria altissima*, *Paspalum notatum*, *Cynodon dactylon* and Spontaneous vegetation. For comparative effects a natural soil were used as reference. In 2014, 48 soil samples were collected in the

0.00-0.10 m layer for the determination of the population of mites and springtails, the physical and chemical attributes of the minesoil. The *Hemarthria altissima* was the most prominent plant species among perennial grasses, to date, providing an average density of mites and springtails very close to the natural soil. Among the physical attributes, bulk density showed the most sensitive variable the changes promoted by plant species, after 11 years of revegetation. The chemical soil condition showed a positive relation with the development of plants and presence of mites and springtails.

**KEY WORDS:** mites, springtails, aggregation, pH, organic matter.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores reservas de carvão mineral da América Latina (CGEE, 2013), e assim como nos demais países, seu uso preponderante é destinado à geração de energia elétrica (DNPM, 2013). As principais reservas de carvão mineral brasileiras encontram-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com aproximadamente 28,6 e 3,4 bilhões de toneladas (89,0% e 10,5% do estoque do país) respectivamente (CRM, 2014). Esses estoques correspondem a 50% dos recursos energéticos não renováveis do Brasil (CPRM, 2014).

A extração do carvão, principalmente pela mineração superficial ou a céu aberto, provoca drásticas modificações no ambiente, pois envolve a retirada de grandes volumes de solo e rochas para a retirada do minério. Em geral, a recomposição topográfica da área minerada envolve o retorno do material estéril (mistura de rochas e carvão não aproveitados) na cava aberta para a retirada do carvão, seguida da reposição de uma camada de solo, retirada anteriormente à lavra, originando assim o solo construído (STUMPF et al., 2016 a).

Além dos problemas físicos do solo construído reinserido no ambiente, conforme aborda Stumpf et al. (2016 b) e Pauletto et al. (2016), os principais impactos ambientais também são gerados a partir dos materiais estéreis depositados nas cavas durante a recomposição topográfica das áreas mineradas. Os estéreis geralmente são ricos em sulfetos de ferro, os quais, na presença do oxigênio, da água e ação de bactérias, formam ácido sulfúrico, em um processo chamado de drenagem ácida de mina (DAM), que compromete a qualidade de águas superficiais e subterrâneas, solos e sedimentos, através da acidificação do ambiente e dissolução de metais pesados (BITENCOURT et al., 2015), dificultando muitas vezes, o estabelecimento de plantas com potencial para a revegetação destas áreas degradadas. Adicionalmente aos problemas físicos e químicos, solos construídos também apresentam alterações biológicas, pois o solo ao ser removido do local de origem tem como consequência a supressão da vegetação, a redução dos teores de matéria orgânica, da biomassa microbiana e da biota edáfica (FRASSON et al., 2016; OLIVEIRA FILHO et al., 2015; HOLANDA NETO, 2011).

O restabelecimento do equilíbrio ecológico do solo pós-mineração passa primeiramente pela revegetação da área recomposta, pois são as plantas as

responsáveis pela recuperação paisagística, pelo controle dos processos erosivos e pela readequação dos atributos do solo construído. Portanto, assim como já observado em solos sob manejo agrícola, o tipo de cobertura vegetal pode interferir na população dos organismos do solo construído, diminuindo a sua densidade e diversidade em relação às áreas naturais não antropizadas (BARETTA et al., 2011; MELO et al., 2009; AQUINO et al., 2008; NEGRETEYAN-KELEVICH et al., 2007; MOÇO et al., 2005).

Dentre a diversidade de organismos pertencentes à mesofauna do solo, os ácaros e os colêmbolos merecem destaque, pois representam de 72 a 97% da população total (LINS et al., 2007). Os ácaros, de acordo com Silva et al. (2013), por serem muito mais populosos em relação aos colêmbolos, diminuem a área superficial dos resíduos vegetais, facilitando a continuação da decomposição por parte dos microrganismos, principalmente bactérias. Por sua vez, os colêmbolos apresentam como principal função a regulação da microbiota edáfica, pois apesar de se alimentar de uma gama extensiva de alimentos, são os microrganismos e hifas de fungos, associadas à matéria orgânica do solo e serapilheira, os alimentos preferidos da maioria das espécies (OLIVEIRA FILHO & BARETTA, 2016). Estes organismos podem apresentar de 3-12 gerações anuais e influenciam a estruturação do solo através de seu material decomposto principalmente rico em cálcio (MELLO et al., 2009). Nesse sentido, a mesofauna é considerada um bom bioindicador da qualidade do solo (BALOTA, 2017; BARETTA et al., 2006). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a população de ácaros e de colêmbolos e a condição física e química de um solo minerado e revegetado por 11 anos com diferentes espécies de gramíneas perenes.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de mineração de carvão, pertencente à Companhia Riograndensede Mineração (CRM), localizada em Candiota/RS (31°33'56"S e 53°43'30"W). Nesta localidade a mineração ocorre a céu aberto, abrangendo as seguintes etapas: (a) remoção dos horizontes A, B e/ ou C do solo original e das rochas; (b) extração dos bancos de carvão; (c) deposição dos estéreis (mistura de rochas e carvão não aproveitados) na cava aberta para a extração do minério, os quais são *aplainados por tratores* de esteira; (d) reposição de uma camada de solo (horizonte A e/ou B), retirada anteriormente à lavra do carvão, originando assim o "solo construído". A camada de solo reposta na área experimental é procedente do horizonte B de um Argissolo Vermelho Eutrófico típico, como indicado pela cor vermelho escuro (2,5 YR 3,5/6), a classe textural argilosa (466 g kg<sup>-1</sup> de argila, 229,66 g kg<sup>-1</sup> de silte, 304,33 g kg<sup>-1</sup> de areia) na camada de 0,00-0,30m e com baixo teor de matéria orgânica (1,15%).

O solo foi construído no primeiro trimestre de 2003 e o experimento, com diferentes espécies vegetais, instalado em novembro/dezembro do mesmo ano, em parcelas de 20m<sup>2</sup> (5m x 4m), em um delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para o presente estudo, foram avaliados os tratamentos com as gramíneas perenes:

*Urochloa brizantha*, *Hemarthria altíssima*, *Paspalum notatum* cv Pensacola, *Cynodon dactylon* cv Tifton 85 e Vegetação espontânea. Antes da instalação das espécies, a área foi escarificada com patola a uma profundidade aproximada de 0,15 m, seguido por calagem correspondente a 10,4 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário com PRNT de 100% e uma adubação de 900 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 5-20-20, com base em resultados obtidos pela análise de solo. Adubações de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 5-30-15 e 250 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio também foram realizadas anualmente em todas as parcelas da área experimental. Os tratamentos não receberam qualquer tipo de manejo relacionado ao corte de sua forragem ao longo da execução do experimento.

Como tratamento referência foi utilizado o solo natural pertencente à área de mineração, com predomínio de vassoura branca (*Baccharis dracunculifolia* Dc), macega estaladeira – (*Saccharum angustifolium* (Ness) Trin), chirca (*Eupatorium huniiifolium* Hook. Ex Arn.), carqueja (*Baccharis trimera* (Less) Dc) e Caraguatá (*Eryngium horridum* Malne).

Em outubro de 2014 foram coletadas 48 amostras de solo na camada de 0,00-0,10 m utilizando cilindros metálicos de aço inox de 0,08 m de altura e 0,085 m de diâmetro, para a determinação dos organismos da mesofauna edáfica, representados por ácaros e colêmbolos. Após a coleta, procedeu-se a determinação da mesofauna (nº de ácaros e colêmbolos), através do método do Funil Extrator de Tullgren, proposto por Bachelier (1978). O procedimento consistiu em colocar as amostras cuidadosamente em peneiras com malha de 2mm na parte superior de cada funil. Na base dos funis foram colocados copos coletores contendo álcool 80% mais quatro gotas de glicerina a fim de evitar a rápida evaporação do álcool e, após, lâmpadas de 25 watts foram ligadas em cada funil. As lâmpadas permaneceram acesas durante um período de 48h para que, com a ação da luz e do calor, os organismos se deslocassem para baixo, assim sendo capturados pelo copo coletor com capacidade de 50 mL. Posteriormente, estes organismos coletados foram acondicionados em recipientes fechados e com a ajuda de uma lupa binocular foram observados, classificados e quantificados.

Adicionalmente, foram coletadas 48 amostras de solo com estrutura preservada e não preservada, na camada de 0,00-0,10 m, para a determinação da densidade do solo, da macroporosidade e da estabilidade de agregados estáveis em água. As amostras com estrutura preservada foram saturadas em água por capilaridade durante 48 h, pesadas em balança de precisão e em seguida colocadas em uma mesa de tensão, onde foram equilibradas a uma tensão de 6 kPa, para a determinação da macroporosidade. Após o equilíbrio, as amostras foram secas em estufa a 105°C até peso constante para a determinação da densidade do solo (EMBRAPA, 2011). As amostras com estrutura não preservada foram colocadas em tabuleiros de madeira mantidos à sombra e secos ao ar até o solo atingir o ponto de friabilidade, quando foram cuidadosamente destorroadas manualmente, observando-se os pontos de fraqueza dos agregados, e passadas na peneira de malha 9,52 mm. Após secagem ao ar, por um período de aproximadamente duas semanas, as amostras foram submetidas ao

peneiramento úmido (YODER, 1936), seguindo metodologia apresentada por Palmeira et al. (1999) que segue o princípio de determinação da estabilidade dos agregados em água, segundo Kemper (1965). Os intervalos das classes dos agregados foram: C1: 9,52-4,76 mm; C2: 4,75-2,0 mm; C3: 1,99-1,00 mm; C4: 0,99-0,25 mm; C5: 0,24-0,105 mm e C6: <0,104 mm. A partir dessas classes, os agregados foram separados em macroagregados, ou seja, agregados maiores que 0,25 mm, e microagregados, agregados menores que 0,25 mm, de acordo com Tisdall & Oades (1982).

Para avaliação da condição química do solo construído, na camada de 0,00-0,10 m, foram coletadas 48 amostras de solo, com auxílio de uma pá de corte, para a determinação do pH em água, dos teores de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de potássio (K), da saturação por bases (V%) e por alumínio (m%) e do teor de carbono orgânico (CO), conforme metodologia de Embrapa (2011).

Considerando o fato do solo referência não fazer parte do delineamento experimental, foram discutidas as diferenças entre as médias de cada tratamento e o solo natural, para cada variável analisada. No intuito de verificar a relação entre a população de ácaros e colêmbolos e a qualidade química do solo construído, agrupá-los e analisar a relação dos grupos de variáveis com cada espécie de gramínea, foi aplicada a análise de componentes principais (ACP). Todas as análises foram realizadas por meio do software estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1985).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo sob o cultivo da *Hemarthria altíssima* foi o que apresentou a maior densidade média de ácaros e colêmbolos, com 3000 e 1025 indivíduos m<sup>-2</sup> respectivamente. Contudo, após 11 anos de revegetação ainda verifica-se que o solo construído sob revegetação com diferentes gramíneas ainda apresenta uma população de ácaros e de colêmbolos de, respectivamente, 10 a 85% e 18 a 92% menores em relação ao solo natural (Tabela 1). Esse resultado converge com os estudos de Li et al. (2015) e de Mukhopadhyay et al. (2014), que somente observaram um efeito significativo na qualidade biológica dos solos minerados, respectivamente na China e na Índia, após 18 e 17 anos de revegetação. Por outro lado, se observa que, tanto no solo natural como no solo construído sob revegetação, a quantidade de ácaros foi superior à de colêmbolos em todos os tratamentos. Este resultado diverge de Frasson et al. (2016) e Oliveira Filho et al. (2014), os quais observaram predomínio de colêmbolos em relação à população de ácaros, respectivamente, em áreas mineradas de carvão sob revegetação por 5 e 7 anos com diferentes espécies vegetais (*Schinus. terebinthifolius*, *Urochloas sp.*, *Baccharis spp.*, *Pseudobom baxgrandiflorum*, *Senna multijuga*, *Mimosa scabrella*, *Solanum pseudocapsicum*, *Eucalyptus spp.*, *Eugenia spp.*, *Taberna emontanacatharinensi*) e em áreas mineradas de carvão sob revegetação por 4 anos



com *Urochloa decumbens*.

Tratamentos	Ácaros --- Indivíduos m <sup>-2</sup> ---	Colêmbolos	Ds Mg m <sup>-3</sup>	Ma m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Macroag. ----- % -----	Microag.
<i>Urochloa brizantha</i>	1400	300	1,18	0,14	77,3 <sup>ns</sup>	12,6 <sup>ns</sup>
Δtest	-58%	-76%	-13%	+89%	-6%	-28%
<i>Hematria altissima</i>	3000	1025	1,27	0,12	78,9 <sup>ns</sup>	13,0 <sup>ns</sup>
Δtest	-10%	-18%	-7%	+70%	-4%	-26%
<i>Paspalum notatum</i>	1400	550	1,21	0,14	79,5 <sup>ns</sup>	14,2 <sup>ns</sup>
Δtest	-58%	-56%	-11%	+86%	-4%	-19%
<i>Cynodon dactylon</i>	500	100	1,38	0,11	82,1 <sup>ns</sup>	12,6 <sup>ns</sup>
Δtest	-85%	-92%	+2%	+45%	-1%	-28%
Vegetação espontânea	575	175	1,33	0,15	69,7 <sup>ns</sup>	15,6 <sup>ns</sup>
Δtest	-83%	-86%	-2%	+100%	-16%	-10%
<b>Solo natural</b>	<b>3350</b>	<b>1250</b>	<b>1,36</b>	<b>0,07</b>	<b>82,5</b>	<b>17,5</b>

Tabela 1: Diferenças (Δtest) entre o solo construído sob revegetação de gramíneas perenes e o solo natural em relação a densidade média de ácaros e colêmbolos, a densidade do solo (Ds), a macroporosidade (Ma) e a porcentagem de macroagregados (Macroag.) e microagregados (Microag.) na camada de 0,00-0,10 m.

Apesar do solo construído ainda apresentar atributos biológicos e de agregação aquém da condição natural, a maioria das gramíneas perenes mostra avanços na recuperação da Ds e da Ma, as quais foram respectivamente, 2 a 13% inferiores e 45 a 100% superiores no solo construído em relação ao solo natural (Tabela 1). Estes resultados, provavelmente, se devem à ação das raízes das diferentes espécies vegetais, os quais apresentavam aos 8,6 anos de revegetação o mesmo padrão de desenvolvimento radicular, isto é, uma maior massa, volume, área superficial específica e comprimento radicular concentrada na camada de 0,00-0,10 m, conforme mostrado por Stumpf et al. (2016 b). O sistema radicular agressivo das espécies promoveu a reorganização da estrutura e da rede de poros do solo, convergindo com os trabalhos de Perkons et al. (2014) e Vezzani & Mielniczuk (2011).

Em relação a condição química do solo construído se verificou que após 11 anos de revegetação, ainda ocorre o efetivo controle da acidez, bem como o aumento na disponibilidade de nutrientes do solo construído sob as diferentes espécies vegetais. Isto é, os valores de pH dos tratamentos foram 10 a 23% superiores e, conseqüentemente, os valores de V% foram 26 a 70% superiores e os valores de m% foram 33 a 84% inferiores em relação ao solo referência (Tabela 2). Este resultado converge com os resultados obtidos por Stumpf et al. (2016 c) que observaram na mesma área de estudo, após 8,6 anos de revegetação, efeitos positivos da incorporação de calcário até a profundidade aproximada de 0,15 m do solo construído.



Tratamentos	pH	Ca	Mg	K	V	m	CO
		----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----			----- % -----		g kg <sup>-1</sup>
<i>Urochloa brizantha</i>	5,73	5,38	3,48	0,38	69,18	3,07	12,62
Δtest	+22%	+94%	+275%	+52%	+65%	-81%	-27%
<i>Hemarthria altíssima</i>	5,75	5,33	3,55	0,46	69,56	2,54	13,02
Δtest	+23%	+92%	+282%	+84%	+70%	-84%	-24%
<i>Paspalum notatum</i>	5,50	4,98	3,33	0,43	66,97	3,21	14,21
Δtest	+17%	+79%	+258%	+72%	+64%	-80%	-17%
<i>Cynodon dactylon</i>	5,40	5,90	3,55 <sup>ns</sup>	0,35	53,05	10,39	12,62
Δtest	+15%	+112%	+282%	+40%	+30%	-36%	-27%
Vegetação espontânea	5,13	4,35	4,25	0,23	51,53	11,03	15,63
Δtest	+10%	+57%	+357%	-8%	+26%	-33%	-9%
<b>Solo natural</b>	<b>4,68</b>	<b>2,78</b>	<b>0,93</b>	<b>0,25</b>	<b>40,97</b>	<b>15,90</b>	<b>17,21</b>

Tabela 2: Diferenças (Δtest) entre o solo construído sob revegetação de gramíneas perenes e o solo natural em relação ao pH em água, os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), saturação de bases (V) e alumínio (m) e no teor de carbono orgânico da camada de 0,00-0,10 m.

O aumento dos valores de pH e V% e a diminuição dos valores de m% em relação ao solo natural deriva do fato de que todos os tratamentos receberam elevada dose de calcário em 2003, conforme relatado em Stumpf et al. (2016 c), somado a doses anuais de adubação na área desde então. Importante ressaltar que os valores de pH abaixo de 4 em solos minerados para a extração de carvão indicam a possível ocorrência do fenômeno da DAM, decorrente da exposição de material estéril após a construção do solo. De acordo com Chen et al. (2013), fragmentos de rochas (material estéril) que contém enxofre reduzido, como o carvão, quando expostos ao ar e à água resultam na produção de grandes quantidades de ácido sulfúrico, que em contato com a água de drenagem e oxigênio gera a água ácida de mina, com valores de pH muito baixos. Por essa razão, o pH é um dos mais comuns indicadores químicos utilizados na avaliação da qualidade de solos minerados (SHEORAN et al., 2010). Daniels & Zipper (2010) ressaltam que tentativas de revegetação de solos minerados com valores de pH abaixo de 4,0 devem ser totalmente evitadas, enquanto que solos minerados com um pH entre 4,0 e 5,5 exigem a adição significativa de calcário para ocorrer um crescimento adequado de plantas.

Em relação às diferenças nos teores de CO, o destaque foi para o solo construído sob vegetação espontânea que apresentou uma redução de somente 9% em relação ao solo natural, enquanto que os demais tratamentos apresentaram reduções entre 17 e 27% (Tabela 2). Os relativamente baixos valores de CO (menores que 2%) em todos os tratamentos, inclusive no solo natural, derivam provavelmente de que o solo natural é um Argissolo, e como a camada de solo reposta sobre os estéreis advém de seu horizonte B, este apresenta como característica natural ser um solo pobre em matéria orgânica. É importante ressaltar que a recuperação de solos totalmente degradados, como ocorre em áreas de mineração de carvão a céu aberto, é um processo lento e

exige a necessidade de continua incorporação de massa vegetal, tanto aérea como subterrânea para se poder alcançar níveis adequados de matéria orgânica, ao ponto de influenciar positivamente na condição físico-química destes solos antropogênicos, conforme abordado por Stumpf et al. (2016 b,c).

Através da análise de componentes principais se observa que o primeiro componente apresentou as maiores correlações positivas para as variáveis V, pH, Ca e Mg, enquanto que a variável saturação por alumínio apresentou a maior correlação negativa (Figura 1).

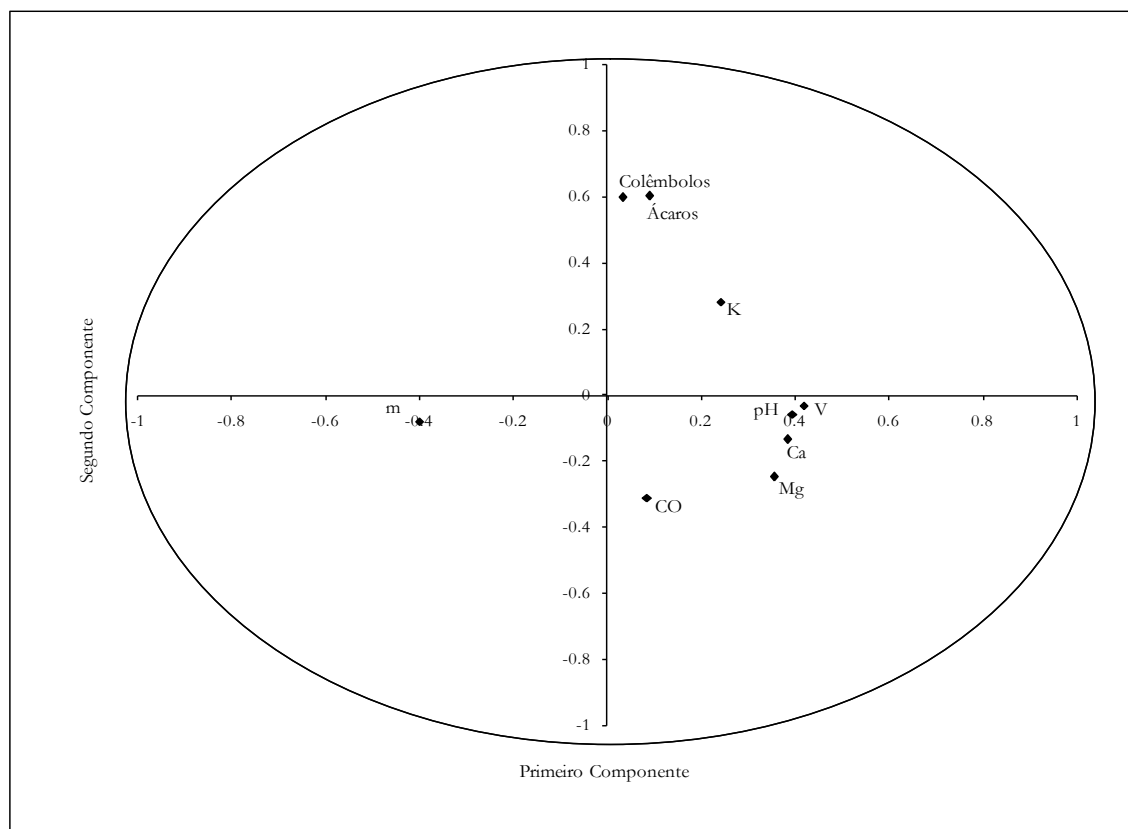


Figura 1: Autovetores das variáveis químicas (pH em água, teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), saturação de bases (V) e alumínio (m) e teor de carbono orgânico (CO)) e da mesofauna (ácaros e colêmbolos) de um solo construído submetido a revegetação com diferentes gramíneas perenes.

Este componente pode ser interpretado como uma resposta relacionada a acidez do solo, já que com o aumento dos teores de Ca e Mg, e consequentemente do pH e do V%, tem-se a diminuição dos teores de alumínio. Este resultado converge com Stumpf et al. (2016 c), que observaram valores de pH, teores de Ca e Mg, V% e m% adequados e com relações convergentes entre si até a profundidade de 0,20 m, no mesmo solo construído, todavia aos 8,6 anos de revegetação, ou seja, 2,4 anos antes desta avaliação.

No segundo componente as maiores correlações positivas foram observadas para as variáveis ácaros e colêmbolos (Figura 1), convergindo com Oliveira Filho & Baretta (2016), os quais mencionam que a maior densidade de ácaros pode influenciar na densidade populacional de colêmbolos, por conta da relação de predação entre

estes organismos. Observa-se também que, no segundo componente, o teor de CO apresentou a maior correlação negativa em relação à população de ácaros e colêmbolos. Considerando que ambos os organismos são importantes precursores da atividade da microbiota (fungos e bactérias) na transformação dos resíduos vegetais em matéria orgânica (BALOTA, 2017), esta relação negativa do CO pode ser devido ao fato de que estes organismos, por fazerem parte de um complexo de organismos antagônicos e concorrentes, podem predação os fungos do solo, conforme aborda Oliveira Filho & Baretta (2016) e Aguiar-Menezes et al. (2007), influenciando assim na decomposição final dos resíduos adicionados ao solo. Todavia, contínuas avaliações são indicadas para observar a continuidade desta relação ao longo do tempo.

Na figura 2 observa-se a distribuição das diferentes plantas de cobertura com base nos quadrantes da ACP das variáveis químicas e de mesofauna do solo.

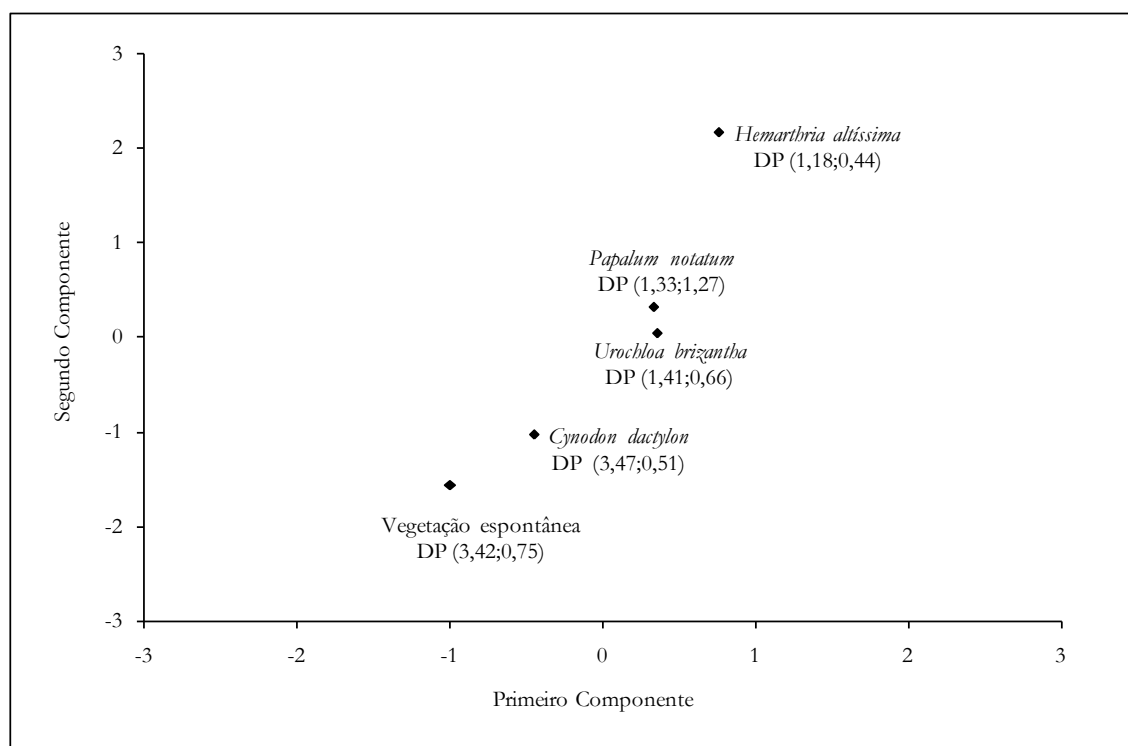


Figura 2: Agrupamento das gramíneas perenes onde DP representa o desvio padrão para o primeiro e para o segundo componente, respectivamente.

Considerando os quadrantes formados pelo primeiro componente, observa-se que as áreas com vegetação espontânea e *Cynodon dactylon* foram caracterizadas pelos maiores valores de saturação por alumínio. Por outro lado, considerando os quadrantes formados pelo segundo componente observa-se que onde se localiza a *Hemarthria altissima* foram observados, sobretudo, os maiores valores de ácaros e colêmbolos. Este resultado pode ser devido à quantidade e qualidade da biomassa vegetal aérea e subterrânea adicionada ao solo construído, bem como as melhorias das condições físicas do solo promovidas por esta espécie. Todavia, estas avaliações devem ser mensuradas em estudos posteriores para gerar dados mais conclusivos sobre a atuação positiva desta espécie sobre estes organismos do solo.

## 4 | CONCLUSÕES

A população de ácaros e colêmbolos na camada de 0,00-0,10 m do solo construído sob revegetação por 11 anos ainda é inferior a do solo natural, exceto a *Hemarthria altíssima* que apresentou uma densidade média de organismos muito próxima a do solo referência.

A densidade do solo foi o atributo mais sensível às melhorias proporcionadas pela revegetação.

Após 11 anos de revegetação, a condição química do solo construído ainda se apresenta adequada ao desenvolvimento das espécies vegetais e mostrou uma relação positiva com a presença de ácaros e colêmbolos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E. D. L.; AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E. B. Ácaros: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007.

AQUINO, A. M.; SILVA, R. F.; MERCANTE, F. M.; CORREIA, M. E. F.; GUIMARÃES, M. F.; LAVELLE, P. **Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado**. European Journal of Soil Biology, v.44, n.2, p.191-197, 2008.

BACHELIER, G. **La faune des sols, son écologie et son action**. Paris: Initiations at Documents Techniques, 1978.

BALOTA, E. L. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Londrina: Mecenias, 2017.

BARETTA, B.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, Á. L.; GATIBONI, L. C. (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p.119-170.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; BARETTA, C. R. D. M. **Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense**. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.5, n.2, p.108-117, 2006.

BITENCOURT, D. G. B.; PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; SILVA, M. T.; GARCIA, G. F. **Geração de drenagem ácida e de contaminação por metais pesados em perfis de solos construídos em área de mineração de carvão**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, n.6, p.1821-183, 2015.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Roadmap tecnológico para produção, uso limpo e eficiente do carvão mineral nacional: 2012 a 2035**. 2013.

CHEN, L.; TIAN, Y.; STEHOUWER, R.; KOST, D.; GUO, X.; BIGHAM, J. M.; BEEGHLY, J.; DICK, W. A. **Surface coal mine land reclamation using a dry flue gas desulfurization product: Long-term biological response**. Fuel, v.105, p.258-265, 2013

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Serviço Geológico do Brasil**. 2014 Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Carvao-Mineral-2558.html>

CRM - COMPANHIA RIOGRANDENSE DE MINERAÇÃO - **Mina de carvão de Candiota**,

**RS. Relatório 2014.** Disponível em: [http://www.crm.rs.gov.br/conteudo/858/Mina de Candiota#U9Y4RWOQBTs](http://www.crm.rs.gov.br/conteudo/858/Mina%20de%20Candiota#U9Y4RWOQBTs)

DANIELS, W. L.; ZIPPER, C. E. **Creation and Management of Productive Mine Soils. Powell River Project Reclamation Guide lines for Surface-Mined Land in Southwest Virginia.** 2010. Disponível em: <http://www.ext.vt.edu/pubs/mines/460-121/460-121.html>

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Carvão Mineral 2013.** Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/carvao-mineralsumario-mineral2014>

EMBRAPA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS. 2011.

FRASSON, J. M. D. F.; ROSADO, J. L. O.; ELIAS, S. G.; HARTE-MARQUES, B. **Litter Decomposition of Two Pioneer Tree Species and Associated Soil Fauna in Areas Reclaimed after Surface Coal Mining in Southern Brazil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.40, n.1, p.1-14, 2016.

HOLANDA NETO, M. **Atributos microbiológicos de um solo construído vegetado com gramíneas após mineração de carvão em Candiota/RS.** 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

KEMPER, W D. Aggregate stability. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ESMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Org.) **Methods of soil analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling.** Wisconsin, American Society of Agronomy; 1965. p 425-441.

LI, J.; ZHOU, X.; YAN, J.; LI, H.; HE, J. **Effects of regenerating vegetation on soil enzyme activity and microbial structure in reclaimed soils on a surface coal mine site.** Applied Soil Ecology, v.87, p. 56-62, 2015.

LINS, V.; SANTOS, H.; GONÇALVES, M. C. **The effect of the glyphosate, 2,4-D, atrazine e nicosulfuron herbicides upon the edaphic collembola (Arthropoda: Ellipura) in a no tillage system.** Neotropical Entomology, v.36, n.2, p.261-267, 2007.

MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, G.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS J. W.; ZANETTI, R. **A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores.** Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.34, n.1, p.39-43, 2009.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. **Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, n.4, p. 555-564, 2005.

NEGRETE-YANKELEVICH, S.; FRAGOSO, C.; NEWTON, A. C.; HEAL, O. W. **Successional changes in soil, litter and macro invertebrate parameters following selective logging in a Mexican Cloud Forest.** Applied Soil Ecology, v.35, n.2, p.340-355, 2007.

MUKHOPADHYAY, S.; MAITI, S. K.; MASTO, R. E. **Development of mine soil quality index (MSQI) for evaluation of reclamation success: A chronosequence study.** Ecological Engineering, v.71, p.10-20, 2014.

OLIVEIRA FILHO, I. L. C.; BARETTA, D. **Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?** Scientia Agraria, v.17, n.2, p.21-40, 2016.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; VIAPIANA, C. M.; SANTOS, J. C. P. **Mesofauna de solo construído em área de mineração de carvão.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.14, n.1, p.55-64, 2015.

- OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P. **Influência dos processos de recuperação do solo após mineração de carvão sobre a mesofauna edáfica em Lauro Müller, Santa Catarina, Brasil.** Biotemas, v.27, n.2, p.69-77, 2014.
- PALMEIRA, P. R. T.; PAULETTO, E. A.; TEIXEIRA, C. F. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. **Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.23, n.2, p.189-195, 1999.
- PAULETTO, E. A.; STUMPF, L.; PINTO, L. F. S.; SILVA, T. S.; AMBUS, J. V.; GARCIA, G. F.; DUTRA JUNIOR, L. A.; SCHEUNEMANN, T.; ALBERT, R. P. **Reclamation of a degraded coal-mining area with perennial cover crops.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.40, p.1-13. 2016.
- PERKONS, U.; KAUTZ, T.; UTEAU, D.; PETH, S.; GEIER, V.; THOMAS, K.; HOLTZ, K. I.; ATHMANN, M.; PUDE, R.; KÖPKE, U. **Root-length density of various annual crops following crops with contrasting roots systems.** Soil and Tillage Research, v.137, p.50-57, 2014.
- SHEORAN, V.; SHEORAN, A. S.; POONIA, P. **Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: a review.** International Journal of Soil, Sediment and Water, v.3, n.2, p.2-13, 2010.
- SILVA, C. F.; PEREIRA, G. H. A.; GERVASIO, M. **Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, n.3, p.587-595, 2013.
- STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S.; PINTO, M. A. B.; DUTRA JUNIOR, L. A.; SCHEUNEMANN, T. **Sistema radicular da *Urochloa brizantha*: desenvolvimento e influência nos atributos de um solo degradado.** Interciencia, v.41, n.5, p.334-339, 2016 a.
- STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. **Soil aggregation and root growth of perennial grasses in a constructed clay minesoil.** Soil and Tillage Research, v.161, p.71-78, 2016 b.
- STUMPF, L.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S.; AMBUS, J. V.; GARCIA, G. F.; SILVA, T. S. **Características químicas de um solo construído e seus efeitos no desenvolvimento radicular de gramíneas perenes.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.11, n.4, p.343-349. 2016 c.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. **Organic matter and waterstable aggregates in soil.** Europe Journal Soil Science. v.33, n.2, p.141-163, 1982.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, n.1, p.213-223, 2011.
- YODER, R. E. **A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses.** Journal American Society Agronomy, v.28, p.337-51, 1936.



## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**ALAN MARIO ZUFFO** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**JORGE GONZÁLEZ AGUILERA** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estreses abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-009-4

